

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4696720号
(P4696720)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月11日(2011.3.11)

(51) Int. Cl.

F I

| | | | |
|---------------------|------------------|----------------|-------|
| B 6 2 D 6/00 | (2006.01) | B 6 2 D 6/00 | Z Y W |
| B 6 2 D 5/04 | (2006.01) | B 6 2 D 5/04 | |
| B 6 2 D 111/00 | (2006.01) | B 6 2 D 111:00 | |
| B 6 2 D 117/00 | (2006.01) | B 6 2 D 117:00 | |
| B 6 2 D 119/00 | (2006.01) | B 6 2 D 119:00 | |

請求項の数 9 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-185172 (P2005-185172)
 (22) 出願日 平成17年6月24日(2005.6.24)
 (65) 公開番号 特開2007-1475 (P2007-1475A)
 (43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)
 審査請求日 平成20年4月22日(2008.4.22)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100066980
 弁理士 森 哲也
 (74) 代理人 100103850
 弁理士 田中 秀▲てつ▼
 (74) 代理人 100116012
 弁理士 宮坂 徹
 (72) 発明者 早川 泰久
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

審査官 森林 宏和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動操舵制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車位置を検出する自車位置検出手段と、
 自車両が走行する基準経路を検出する基準経路検出手段と、
 前記自車位置検出手段で検出した自車位置に基づいて、自車両が前記基準経路に沿って走行するよう操舵制御を行う操舵制御手段と、を備えた自動操舵制御装置において、
 前記操舵制御手段は、自車両が前記基準経路に沿って走行するための位置制御を優先した操舵制御を行う全自動操舵制御手段と、
 ドライバの操舵介入を許容し且つ前記自車両が前記基準経路に沿って走行するように操舵制御を行う半自動操舵制御手段と、
 前記基準経路上の、前記自車位置検出手段による自車位置の検出が困難となるロスト区間を検出するロスト区間検出手段と、
 前記自車位置検出手段で前記自車位置の検出が可能なとき前記全自動操舵制御手段を作動し、
 前記ロスト区間検出手段で、自車両前方の前記基準経路上に前記ロスト区間が検出されたとき、自車両が前記ロスト区間に進入する前の予め設定したタイミングで前記全自動操舵制御手段に換えて前記半自動操舵制御手段を作動する操舵制御切換手段と、を備えることを特徴とする自動操舵制御装置。

【請求項2】

前記ロスト状況検出手段で検出したロスト区間以降の前記基準経路の道路状況を検出し

、当該道路状況に基づいて自車両の走行難易度を検出する走行難易度検出手段を備え、

前記操舵制御切換手段は、前記走行難易度検出手段で検出した前記走行難易度に応じて前記半自動操舵制御手段への切換タイミングを変更することを特徴とする請求項 1 記載の自動操舵制御装置。

【請求項 3】

前記操舵制御切換手段は、前記走行難易度が高いときほど、前記ロスト区間からより手前の地点で前記半自動操舵制御手段に切り換えることを特徴とする請求項 2 記載の自動操舵制御装置。

【請求項 4】

前記走行難易度検出手段は、前記ロスト区間の継続距離、前記ロスト区間の道路幅、前記ロスト区間の道路曲率、及び前記ロスト区間の道路曲率変化状況の少なくとも何れか 1 つに基づいて前記走行難易度を検出することを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載の自動操舵制御装置。

10

【請求項 5】

前記自車位置検出手段による自車位置の検出が困難となったとき自車位置を推定する自車位置推定手段を備え、

前記半自動操舵制御手段は、前記自車位置検出手段で検出した自車位置又は前記自車位置推定手段で推定した自車位置推定値に基づいて前記操舵制御を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の自動操舵制御装置。

【請求項 6】

20

ドライバがステアリングホイールを保舵しているかどうかを検出する保舵状況検出手段を備え、

前記操舵制御切換手段は、前記半自動操舵制御手段による操舵制御中に、前記保舵状況検出手段でドライバが保舵していることを検出したときには前記半自動操舵制御手段の前記制御期間を延長することを特徴とする請求項 5 記載の自動操舵制御装置。

【請求項 7】

前記操舵制御切換手段は、前記自車位置推定手段で推定した自車位置推定値に基づく前記操舵制御中、前記基準経路に対する前記自車位置推定値の蓄積誤差を検出する蓄積誤差検出手段と、

当該蓄積誤差検出手段で検出した蓄積誤差に応じて、前記半自動操舵制御手段の作動終了タイミングを早める終了タイミング調整手段と、を備えることを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 記載の自動操舵制御装置。

30

【請求項 8】

前記終了タイミング調整手段は、前記蓄積誤差に応じて前記走行難易度検出手段で検出した走行難易度を補正し、

前記操舵制御切換手段は、補正後の走行難易度で特定される前記半自動操舵制御手段の作動開始時点を基準として前記制御期間を設定することを特徴とする請求項 7 記載の自動操舵制御装置。

【請求項 9】

自車両前方の前記ロスト区間の位置を表すロスト区間情報を獲得するロスト情報獲得手段を備え、

40

前記ロスト区間検出手段は、前記ロスト情報獲得手段で獲得したロスト区間情報に基づいて、前記ロスト区間を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 の何れか 1 項に記載の自動操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両が基準経路に沿って走行するように自動操舵を行う自動操舵制御装置に関するものである。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

従来、自動操舵制御装置として、GPS測位により自車位置を測位し、この測位結果に基づいて自動操舵制御を行うようにしたものが提案されている。また、GPS衛星からの電波を取得することができなくなった場合等、GPS測位が不可となった場合には、ドライバにGPS測位が不可であることを通知すると共に停車し、ドライバに対して自動操舵から手動操舵への切り換えを要求したり、或いは、GPS測位が不可となったときに自動的に手動操舵へ切り換えたりするもの等も提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2003-256038号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 3 】

前述のように、GPS測位が不可となったときに、自動操舵から手動操舵へ切り換えるようにした自動操舵制御装置においては、GPS測位が不可となったとき、ドライバは、基準経路に沿って走行すべく自動操舵を行っている状態から、速やかに手動操舵を開始する必要がある。ここで、基準経路に沿って走行する際の走行誤差が少なくなるように自動操舵制御を行おうとすればするほど、位置制御を重視した制御が行われるため、ドライバによる操舵介入がしにくい状態となる。このため、このようにドライバが操舵介入を行いにくい状態で、自動操舵から手動操舵への切り換えが行われると、自動操舵による操舵トルクが作用しておりドライバにとって操舵介入が行いにくい状態から、瞬時に自動操舵による操舵トルクが作用しない状態に切り換わることになり、且つドライバは基準経路に沿って走行するように操舵操作を行う必要があるため、特に、自動操舵による修正舵量が大きい場合等には、自動操舵から手動操舵に切り換わる際にドライバは違和感を覚えると共に、手動操舵に切り換わった後のドライバの操舵負荷が増加するという問題がある。

20

【 0 0 0 4 】

また、GPS測位が不可となったときに自動操舵から手動操舵へ切り換えるようにしているため、GPS測位が不可となる毎に自動操舵と手動操舵とが切り換わることになり、GPS測位が不可となる状態が頻繁に生じた場合には、自動操舵と手動操舵との切り換えも頻繁に生じることになってドライバに煩わしさ感を与える可能性がある。

【 0 0 0 5 】

これを回避するために、GPS測位が不可となった場合には、自律センサで検出される、車速、ヨーレート、横加速度等といった検出信号をもとに、デッドレコニングにより自車両の現在位置を推定し、これに基づいて、自動操舵を継続するということを前提に、自動操舵を解除するタイミングを遅らせるようにした方法等も提案されているが、GPS測位が復帰しなければ、デッドレコニングによる自動操舵が不可となった時点で自動操舵が解除されるため、この場合も手動操舵への切り換わり時のドライバの負荷が増加することになり、特に、GPS測位が不可となったときに、デッドレコニングにより自動操舵が行われる区間がカーブ路であった場合には、自動操舵が解除された時点で瞬時にドライバは操舵介入を開始してカーブ路走行を行うため操舵を行う必要があり、手動操舵への切り換わり時におけるドライバの負担が大きいという問題がある。

30

【 0 0 0 6 】

そこで、この発明は上記従来の未解決の問題点に着目してなされたものであり、自動操舵から手動操舵への切り換わり時においてドライバに違和感を与えることを防止し且つドライバの負荷の増加を抑制することの可能な自動操舵制御装置を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、本発明に係る自動操舵制御装置は、自車位置検出手段で自車位置の検出が可能なときは、この自車位置検出手段で検出される自車位置に基づいて、自車両が基準経路に沿って走行するように、ドライバの操舵操作等の外乱入力よりも操舵位置制御を優先した全自動操舵制御手段により操舵制御を行う。そして、自車位置検出手

50

段で自車位置の検出が困難となるロスト区間が自車両前方の基準経路上に存在するときには、自車両が前記ロスト区間に進入する前の予め設定したタイミングで、全自動操舵制御手段に換えて、ドライバの操舵介入を許容しつつ自車両が基準経路に沿って走行するように操舵制御を行う半自動操舵制御手段を作動させる。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る自動操舵制御装置によれば、全自動操舵制御手段により、自車位置検出手段で検出される自車位置に基づいて自車両が基準経路に沿って走行するように位置制御を優先して操舵制御を行っている状態で、自車両前方の基準経路上に、ロスト区間を検出したときには、自車両がロスト区間に進入する前の予め設定したタイミングで半自動操舵制御手段に切り換え、ドライバの操舵介入を許容しつつ自車両が基準経路に沿って走行するように操舵制御を行い、自動操舵とドライバによる手動操舵との協調性を重視した自動操舵を行うから、ロスト区間への進入に伴い手動操舵に切り換わったときには、ドライバは既に操舵を行っている状態か操舵を行う準備ができている状態であるため、ドライバは、自動操舵から手動操舵に切り換わることによって、負荷を感じたり違和感を覚えたりすることなくスムーズに手動操舵に移行することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明の一実施形態を示す概略構成図である。

図1中、1FL、1FR、1RL及び1RRはそれぞれ左前輪、右前輪、左後輪及び右後輪であって、後輪1RL及び1RRは、エンジン2の駆動力が自動変速機3、プロペラシャフト4、最終減速装置5及び車軸6を順に介して伝達される駆動輪である。

【0010】

また、前輪1FL及び1FRは、ステアリングギヤ7、ステアリングシャフト8を介してステアリングホイール9に連結された操舵輪であり、ステアリングシャフト8には、電動モータで構成された操舵アクチュエータ10が連結されている。この操舵アクチュエータ10は、後述するコントローラ20から出力される操舵制御量Sに応じて、前輪1FL及び1FRの操舵方向、操舵角、及び操舵速度を制御するように構成されている。

【0011】

また、各車輪1FL～1RRには、車輪の回転速度に応じた周波数の車輪速 $V_{fl} \sim V_{rr}$ を出力する車輪速センサ11FL～11RRが配設されている。さらに、車両には、前後加速度 X_g を検出する前後加速度センサ12と、横加速度 Y_g を検出する横加速度センサ13と、ヨーレート $\dot{\psi}$ を検出するヨーレートセンサ14と、操舵角 δ を検出する操舵角センサ15と、が備えられている。

また、車両には、人工衛星から送られる衛星電波を受信して現在の自車位置を検出するGPS16と、所定領域の道路地図情報を記憶したCD-ROMやDVD-ROM等の記憶媒体がセットされた記憶ユニット17とが搭載されている。

【0012】

これら、各車輪速センサ11FL～11RRで検出する車輪速 $V_{fl} \sim V_{rr}$ と、前後加速度センサ12で検出される前後加速度 X_g と、横加速度センサ13で検出される横加速度 Y_g と、ヨーレートセンサ14で検出されるヨーレート $\dot{\psi}$ と、操舵角センサ15で検出される操舵角 δ と、GPS16で検出する自車位置情報と、記憶ユニット17に記憶された道路地図情報とが、例えばマイクロコンピュータで構成されたコントローラ20に入力される。なお、前記記憶ユニット17には、トンネル等によってGPS衛星の電波が取得できずに自車位置を検出することが困難となる区間（以下、ロスト区間と称す）の情報も記憶されている。

【0013】

前記コントローラ20では、図2の自動操舵制御処理を予め設定した周期で実行することで、前述した操舵アクチュエータ10に対する操舵制御量Sを設定し、ドライバの操

10

20

30

40

50

舵操作等の外乱により操舵角が変化することを回避し、GPS測位による自車位置が基準経路における目標位置となるように、ドライバの操舵操作よりも位置制御を優先した全自動操舵制御を行うと共に、GPS衛星の電波の取得が不可となるロスト区間に自車両が差し加かった際には、ロスト区間の走行難易度に応じたタイミングで、全自動操舵制御から半自動操舵制御に切り換え、ドライバによる操舵介入を許容し自動操舵と手動操舵との協調性を重視した半自動操舵制御を行う。なお、コントローラ20では、この自動操舵制御処理を、GPS測位が可能な状態となった時点で起動し、以後、予め設定した所定周期で実行する。

【0014】

具体的には、前記自動操舵制御処理では、まず、ステップS1で、GPS16で検出された自車位置に従って記憶ユニット17に記憶された道路地図情報を読み込み、道路地図情報を構成するノードデータ(X, Y)のうち、図3に示すように、自車位置(X_{own}, Y_{own})を基準とし前後に所定距離だけとった範囲(X₀, Y₀) ~ (X_n, Y_n)を常時バッファに保有する。ここで、前方側の距離は、例えば、車速V_cに所定時間t₁を乗じた値(=V_c・t₁)、又は、この車速V_cと所定時間t₁との乗算値及び予め設定した規定値との何れか大きい方に設定する。また、記憶ユニット17から読み込んだノードデータ(X, Y)に付随する、GPS測位が不可となるロスト区間であるか否か(1or0)を表す情報を読み込む。さらに、各種センサから出力される各車輪速V_{f1} ~ V_{r1}と、前後加速度X_gと、横加速度Y_gと、ヨーレートとを読み込んでからステップS2に移行する。

【0015】

ステップS2では、前記ステップS1で読み込んだ各車輪速V_{f1} ~ V_{r1}の平均値を算出しこれを車速V_cとする。

次いでステップS3に移行して、前記ステップS1で読み込んだノードの中で、GPS16からの電波の取得ができなくなるロスト区間の開始地点の該当ノード(X_{lost}, Y_{lost})を検出する。

【0016】

そして、自車両前方にロスト地点が存在しない場合には、ステップS3aからそのまま後述のステップS9に移行し、自車両前方にロスト区間が存在する場合にはステップS3aからステップS4に移行する。このステップS4では、ロスト開始地点と現在の自車位置(X_{own}, Y_{own})との間の距離D_{2lost}を、次式(1)から算出する。

$$D_{2lost} = \{ (X_{own} - X_{lost})^2 + (Y_{own} - Y_{lost})^2 \}^{1/2} \dots \dots (1)$$

【0017】

なお、走行路側に、ロスト開始地点を通知するためのインフラストラクチャを配置すると共に、インフラストラクチャとの間で路車間通信を行うための路車間通信手段を自車両に搭載し、路車間通信手段によりインフラストラクチャと自車両との間で路車間通信を行い、インフラストラクチャから、ロスト開始地点及びGPS衛星の電波を再度取得することが可能となる地点の情報を獲得するようにしてもよい。同様に、他車両との間で車々間通信を行う車々間通信手段を自車両に搭載し、車々間通信手段により他車両との間で車々間通信を行い、ロスト開始地点及びGPS衛星の電波を再度取得することが可能となる地点の情報を獲得するようにしてもよい。

【0018】

次に、ステップS5では、GPSロスト後の自車両の基準経路の走行難易度D_{iff}を算出する。

具体的には、まず、ロスト区間距離D_{lost}を算出する。このロスト区間距離D_{lost}は、GPS衛星からの電波の取得が不可となる区間の距離である衛星取得不能区間距離D_{gpslost}と、GPS衛星からの電波の取得が復帰し高精度な位置計測が再開されるまでの復帰区間距離D_{rec}との和として算出する。

【0019】

10

20

30

40

50

前記衛星取得不能区間距離 $D_{gps\ lost}$ は、前記ステップ S_3 で検出した GPS 衛星からの電波の取得が不可となるロスト開始地点のノード (X_{lost} , Y_{lost}) と、 GPS 衛星からの電波を再度取得することが可能となる地点のノード (X_{rec} , Y_{rec}) とに基づいて、次式 (2) から算出する。

$$D_{gps\ lost} = \{ (X_{lost} - X_{rec})^2 + (Y_{lost} - Y_{rec})^2 \}^{1/2} \quad \dots\dots (2)$$

また、復帰区間距離 D_{rec} は、位置計測の復帰にかかる時間 T_{rec} (例えば、7秒程度) と車速 V_c とに基づいて、次式 (3) から算出する。

$$D_{rec} = T_{rec} \times V_c \quad \dots\dots (3)$$

【0020】

そして、前記 (2) 及び (3) 式により算出された衛星取得不能区間距離 $D_{gps\ lost}$ 及び復帰区間距離 D_{rec} に基づいて、次式 (4) をもとにロスト区間距離 D_{lost} を算出する。

$$D_{lost} = D_{gps\ lost} + D_{rec} \quad \dots\dots (4)$$

このようにして算出したロスト区間距離 D_{lost} に基づいて、走行難易度 D_{iff} を算出する。この走行難易度 D_{iff} は、デッドレコニングでの誤差の起こり易さを示す指標であって、例えばロスト区間距離 D_{lost} 、ロスト区間の道路曲率、ロスト区間の曲率変化値、ロスト区間の道路幅等に基づいて設定する。

【0021】

前記走行難易度 D_{iff} は、数値が大きいほど、難易度が高いことを表し、例えば、ロスト区間距離 D_{lost} に基づいて設定する場合には、図4(a)の特性図に示すように、ロスト区間距離 D_{lost} が長くなるほどこれに比例して走行難易度 D_{iff} が高くなるように設定する。なお、図4(a)において横軸はロスト区間距離 D_{lost} [m]、縦軸は走行難易度 D_{iff} である。

【0022】

また、走行難易度 D_{iff} を、ロスト区間の道路幅に基づいて設定する場合には、例えば図4(b)に示すように、道路幅が大きくなるほどこれに反比例して走行難易度 D_{iff} が高くなるように設定する。なお、図4(b)において横軸は道路幅 [m]、縦軸は走行難易度である。なお道路幅は、道路地図情報から取得すればよい。

また、走行難易度 D_{iff} を、ロスト区間の道路曲率に基づいて設定する場合には、図4(c)の特性図に示すように、道路曲率が小さいときほど走行難易度 D_{iff} が高くなり且つ、道路曲率が小さいときほど道路曲率の変化に対する走行難易度 D_{iff} の変化が大きくなるように設定する。なお、図4(c)において横軸は道路曲率 [m]、縦軸は走行難易度 D_{iff} である。また、ロスト区間の道路曲率は、道路地図情報から取得すればよい。

【0023】

また、走行難易度 D_{iff} を、ロスト区間の道路曲率変化値に基づいて設定する場合には、前記道路曲率変化値は、すなわち、操舵角変化と同等とみなすことができるから、ロスト区間の道路曲率からロスト区間の操舵角変化を予測し、図4(d)に示すように、操舵角変化が大きいときほど走行難易度 D_{iff} が高くなり且つ操舵角変化が大きいときほど操舵角変化の変化量に対する走行難易度 D_{iff} の変化量が大きくなるように設定する。なお、図4(d)において横軸は単位時間当たりの操舵角変化 [rad/s]、縦軸は走行難易度 D_{iff} である。

【0024】

なお、走行難易度 D_{iff} は、上述のように各種パラメータに基づいて設定してもよく、また、各種パラメータに基づいて算出した複数の走行難易度に対して重み付けを行い、複数のパラメータに応じた走行難易度を加算して走行難易度 D_{iff} を算出するようにしてもよい。また、このようにして算出した走行難易度 D_{iff} に対し、さらに、道路摩擦係数 μ に応じて補正を行い、道路摩擦係数 μ が小さいときほど、走行難易度 D_{iff} が高くなるように補正してもよく、また、道路勾配変化が大きいときほど、走行難易度 D_{iff}

10

20

30

40

50

fが高くなるように補正してもよい。

【0025】

このようにして、走行難易度 $Diff$ を算出したならば、ステップ S6 に移行し、前記全自動操舵制御から半自動操舵制御に切り換えるタイミングを決定する操舵制御変更距離 $DALK$ を設定する。

この操舵制御変更距離 $DALK$ は、具体的には、車速 Vc と予め設定した所定時間とを乗算して算出し、且つ、前記所定時間を走行難易度 $Diff$ が高いときほど長くなるように設定することで、図5の特性図に示すように、走行難易度 $Diff$ が大きいときほど、操舵制御変更距離 $DALK$ が大きくなるように設定する。なお、図5において、横軸は走行難易度 $Diff$ 、縦軸は操舵制御変更距離 $DALK$ である。

10

【0026】

次いで、ステップ S7 に移行し、ロス開始地点のノード ($Xlost, Ylost$) から、ステップ S6 で算出した操舵制御変更距離 $DALK$ だけ手前の地点に相当するノード (Xn, Yn) を操舵制御変更開始点 Zs として設定する。

次いで、ステップ S8 に移行し、自車両がステップ S7 で設定した操舵制御変更開始点 Zs に相当するノードに到達したかどうかを判断する。自車両が操舵制御変更開始点 Zs に到達していなければ、ステップ S9 に移行し、ドライバの操舵操作よりも位置制御を優先した位置制御重視の操舵制御である全自動操舵制御を行う。

【0027】

この全自動操舵制御は、ステアリングホイールに対するドライバの操舵介入等による外乱の影響を極力小さくし、ドライバの操舵介入を必要とすることなく基準経路に沿って走行するように操舵制御を行うものである。例えば、自車両の現在位置を基準経路に沿って走行するための目標位置に制御し得る操舵角相当値を、操舵制御量 S としてステアリング機構に与え、サーボ剛性を高く組んだ位置制御系によって操舵制御を行う。

20

【0028】

具体的には、図6のフローチャートに示すように、まず、ステップ S31 で基準経路との誤差を検出するための、前方注視点距離 $D1$ 先の前方注視点 $P1$ を設定する。この前方注視点距離 $D1$ は、図7(a)に示すように、前記前方注視点 $P1$ の位置が、車速 Vc が高いときほど、自車両からより前方の位置となるように設定する。また、自車両から前方注視点距離 $D1$ だけ先の地点に設定する前方注視点 $P1$ とは別に、将来の操舵量を予測する第2の前方注視点 $P2$ を、自車両から第2の前方注視点距離 $D2$ だけ先の地点に設定し、2種類の前方注視点して自動操舵制御を行うようにした自動操舵制御装置の場合には、図7(b)又は(c)に示すように、前方注視点距離を別々に設定する。なお、以後、ここでは、前方注視点 $P1$ 及び $P2$ を用いる場合について説明する。前記前方注視点 $P1$ のみを用いる場合には、公知の手順で、操舵制御を行えばよい。

30

【0029】

次にステップ S32 では、第2の前方注視点 $P2$ において将来の操舵量を予測するための曲率半径 R を算出する。

図8に示すように、第2の前方注視点 $P2$ を中央として前後に所定距離 Ds をとった地点における最寄りのノードを P_F 及び P_R とし、 $P2$ 及び P_R を結ぶ線分 $P2P_R$ と、 $P2$ 及び P_F を結ぶ線分 $P2P_F$ とで成す角度 θ と、 P_F 及び P_R の距離 d とをそれぞれ算出する。ここで、所定距離 Ds は、車速 Vc に、例えば1秒程度の一定時間 $t2$ を乗じて算出する ($Ds = Vc \times t2$)。

40

【0030】

なお、所定距離 Ds が極めて短くなることを抑制するために最小値 D_{MIN} を設け、この最小値 D_{MIN} 及び車速 Vc に応じて算出される値のうち大きい方を所定距離 Ds として算出するようにしてもよい。

そして、 P_F 、 $P2$ 及び P_R を通る円弧の中心 O は、線分 $P2P_F$ の中点 a を通る垂直二等分線 A と、線分 $P2P_R$ の中点 b を通る垂直二等分線 B との交点であり、線分 $P2P_R$ と線分 $P2P_F$ とで成す角度 θ は、垂直二等分線 A 及び B の成す $\angle aOb$ に等しくなる。ま

50

た、 $P_F O P_R$ は $a O b$ の2倍であるので、角度 θ 及び距離 d に基づいて次式(5)をもとに曲率半径 R を算出する。

$$R = d / 2 \cdot \sin \theta \quad \dots\dots (5)$$

【0031】

次に、ステップS33では、誤差を検出するための前方注視点P1において、自車両の基準経路に対する横偏差 Y_E を算出する。この基準経路に対する横偏差 Y_E は、自車両の車両姿勢から求まる横偏差 Y_S と、車両旋回状態から求まる横偏差 Y_P とを加算して算出する ($Y_E = Y_S + Y_P$)。

具体的には、まず、車両のスリップ角 s を算出する。このスリップ角 s は、前後加速度 Xg 及び横加速度 Yg に基づいて次式(6)から算出する。

$$s = \tan^{-1}(Yg / Xg) \quad \dots\dots (6)$$

【0032】

また、図9に示すような、基準座標上における自車両のヨー角を θ_1 、前方注視点P1を通り速度ベクトル V に直角な直線 C と基準経路との交点 Q における基準座標に対する基準経路のずれ角を θ_T とすると、基準経路に対する自車両のヨー角 θ_R は次式(7)で表される。

$$\theta_R = \theta_T - \theta_1 \quad \dots\dots (7)$$

さらに、初期状態における基準経路と自車位置との横偏差を Y_U とすると、車両姿勢に応じた横偏差 Y_S は、横偏差 Y_U 、前方注視点距離 $D1$ 、ヨー角 θ_R 及びスリップ角 s に基づいて次式(8)から算出される。

$$Y_S = Y_U + D1 \cdot \tan(\theta_R + s) \quad \dots\dots (8)$$

【0033】

次に、車両が定常円旋回を行っているとする、スリップレートを無視することができるので、車両旋回状態から求まる横偏差 Y_P は、次式(9)で表される。

$$Y_P = D1 \cdot \tan \theta_1 \quad \dots\dots (9)$$

なお、 $\theta_1 = \sin^{-1}(D1 \cdot \theta / Xg)$ である。

そして、前記(8)及び(9)式により算出される横偏差 Y_S 及び横偏差 Y_P に基づいて、基準経路に対する横偏差 Y_E を算出する。

【0034】

次にステップS34では、第1操舵量 θ_1 を、前方注視点P1を通過する基準経路に対する横偏差 Y_E に基づいて次式(10)から算出する。

$$\theta_1 = k1 \cdot Y_E + k2 \cdot (dY_E / dt) \quad \dots\dots (10)$$

なお、(10)式中の、 $k1$ 及び $k2$ は係数であり、直線走行時の外乱に対して追従誤差が拡大しないように最適な値を実験から求めることが望ましい。

次に、ステップS35では、第2操舵量 θ_2 を、前記ステップS32で算出した曲率半径 R と車両のホイールベース L とに基づいて算出する。

$$\theta_2 = L / R \quad \dots\dots (11)$$

【0035】

次いでステップS36に移行して、前記ステップS34で算出した第1操舵量 θ_1 と前記ステップS35で算出した第2操舵量 θ_2 とに基づいて、次式(12)から、基準経路に沿って自車両が走行するために必要な目標操舵角 θ_c を算出する。

$$\theta_c = \theta_1 + \theta_2 \quad \dots\dots (12)$$

次にステップS37では、実際の操舵角を、前記ステップS36で算出した目標操舵角 θ_c に制御するために必要な操舵トルクを算出し、これを操舵制御量 S として操舵アクチュエータ10に出力する。そして、タイマ割込処理を終了し、所定のメインプログラムに復帰する。

【0036】

これによって、操舵アクチュエータ10では、指定された操舵制御量 S に応じてステアリングシャフト8を回動され、操舵角 θ_{now} が目標制御角 θ_c となるように制御されることになる。以上により、全自動操舵制御が終了する。

10

20

30

40

50

一方、前記ステップS 8で、自車両がステップS 7で設定した操舵制御変更開始点 Z_s に到達していればステップS 10に移行し、GPS衛星からの電波をロストした、GPSロスト状態であるかどうかを判断する。つまり、GPS衛星からの電波に基づいて高精度な位置計測が不能な状態であるときGPSロスト状態であると判断し、ステップS 11に移行する。

【0037】

このステップS 11では、デッドレコニングにより自車両の現在位置を推定する。このデッドレコニングでは、各種センサで検出した、車輪速 $V_{fl} \sim V_{rr}$ と、横加速度 Y_g と、ヨーレート等との値に基づいて、公知の手順で自車両の現在位置を推定する。なお、GPSロスト状態であるときには、デッドレコニングにより推定した現在位置情報に基づいて、自車両前方の、道路地図情報を、記憶ユニット17から読み込むように構成されている。

10

そして、デッドレコニングにより現在位置を推定したならば後述のステップS 21に移行する。

【0038】

一方、前記ステップS 10の処理で自車両がGPSロスト状態でない場合には、ステップS 12に移行し、GPSロスト状態から高精度な位置計測を行うことの可能な状態に移行した状態であるかどうかを判断する。そして、ロスト区間を通過し終えた場合等、GPSロスト状態から復帰した状態である場合にはステップS 9に移行し、前述の全自動操舵制御を行う。

20

前記ステップS 12で、GPSロスト状態からGPS測位が可能な状態に復帰した状態でない場合、つまり、これからロスト区間に進入する場合には、ステップS 21に移行する。

【0039】

このステップS 21では、自車両が前記ステップS 7で設定した操舵制御変更開始点 Z_s に到達してからの経過時間が、予め設定した所定時間 t_{11} に達したかどうかを判断する。なお、この経過時間は、前記ステップS 8で自車両が操舵制御変更開始点 Z_s に到達した時点でタイマを起動すること等によって計測する。また、前記所定時間 t_{11} は、後述の半自動操舵制御が実行される継続時間を規定するものであって、デッドレコニングによる自車位置の精度を確保することの可能な時間であり、且つ、自動操舵から手動操舵に切り換えた際に、ドライバに対して急に操舵負荷がかかることに起因してドライバに違和感を与えることを回避することの可能な時間に設定される。

30

【0040】

そして、自車両が操舵制御変更開始点 Z_s に到達してから所定時間 t_{11} が経過していない場合には、ステップS 22に移行し半自動操舵制御を行う。

この半自動操舵制御は、自動操舵とドライバの操舵操作との協調性を確保し、ドライバによる操舵介入が容易となるように自動操舵制御を行うものである。例えば、自車両の現在位置を基準経路に沿って走行するための目標位置に制御し得る操舵力相当値を、操舵制御量 S としてステアリング機構に与え、力制御系によって操舵制御を行う。

【0041】

40

具体的には、図10に示す手順で処理を行う。図10において、ステップS 31からステップS 35の処理は、上記全自動操舵制御における処理と同様であって、前方注視点P 1及びP 2を設定し(ステップS 31)、前方注視点P 2における曲率半径 R_2 を算出し(ステップS 32)、前方注視点P 1における自車両の目標経路に対する横偏差 Y_E を算出し(ステップS 33)、横偏差 Y_E に応じた第1操舵量 S_1 を算出する(ステップS 34)。さらに、曲率半径 R_2 に基づいて第2操舵量 S_2 を算出する(ステップS 35)。

【0042】

このようにして第1操舵量 S_1 及び第2操舵量 S_2 を算出したならば、ステップS 36aに移行し、前記ステップS 34で算出した第1操舵量 S_1 と前記ステップS 35で算出した第2操舵量 S_2 とに基づいて、最終的にステアリングに出力する目標操舵トルク T

50

を算出する。

具体的には、まず、現在の操舵角 θ_{now} と、目標操舵角 θ_c との偏差 $\Delta\theta$ を求める。なお、目標操舵角 θ_c は、前記第1操舵量 θ_1 と第2操舵量 θ_2 との和 ($\theta_c = \theta_1 + \theta_2$) である。

【0043】

そして、この偏差 $\Delta\theta$ に予め設定したゲイン K_{str} を乗算し、次式(13)から、目標操舵トルク T を算出する。

$$T = K_{str} \times \Delta\theta \quad \dots\dots (13)$$

なお、前記ゲイン K_{str} は、偏差 $\Delta\theta$ を、ドライバによる操舵介入を許容し且つ、操舵角を、目標操舵角 θ_c と一致するように制御し得るトルクに変化する値であって、実験等によって算出される。

【0044】

そして、このようにして、目標操舵トルク T を算出したならば、ステップS37に移行し、ステップS36aで算出した目標操舵トルク T を操舵制御量 S として操舵アクチュエータ10に出力する。そして、タイマ割込処理を終了し、所定のメインプログラムに復帰する。

これによって、操舵アクチュエータ10では、目標操舵トルク T を発生させこれをステアリングシャフトに作用させることにより、操舵角が目標操舵角 θ_c と一致するよう制御する。

【0045】

また、半自動操舵制御では、ロスト区間の通過に伴い、自動操舵が解除されることをドライバに通知するための警報や、自動操舵が解除されるまでの時間等をドライバに通知する処理を行い、ドライバに対して手動での操舵を促す。以上によって、半自動制御処理が終了する。

一方、前記ステップS21で、自車両が操舵制御変更開始地点 Z_s に到達してから所定時間が経過した場合には、ステップS23に移行し、ドライバがステアリングホイールを握っているか、すなわち、ステアリングホイールの操作が行われているか又は保舵が行われているかどうかを判断する。

【0046】

この判断は、例えば、ステアリングコラム内に内蔵されたトルクセンサに予め設定したしきい値以上のトルクがかかっているかどうかを検出すること等により行う。

そして、ドライバがステアリングホイールを握っていないと判断されるときには、ステップS25に移行し、半自動操舵制御共に終了する。つまり、デッドレコニングによる自車位置に基づく自動操舵制御では十分な制御精度を確保することは困難とし、この時点で自動操舵制御処理自体を終了する。そして、以後、再度GPS測位が可能な状態となったとき自動操舵制御処理を起動する。このとき、例えば、自動操舵制御を終了する旨をドライバに通知するための警報を発生する等の対処を行って終了する。また、前記ステップS23でドライバがステアリングホイールを握っていないと判断されている場合には、減速する或いは停車する等の対処を行って自動操舵制御処理を終了する。

【0047】

一方、ステップS23でドライバがステアリングホイールを握っていると判断されるときには、ステップS24に移行し、前記ステップS8で設定した制御変更開始地点 Z_s からの自車両の走行距離が、予め設定したしきい値 L_{kd2} に達したかどうかを判断する。そして、制御変更開始地点 Z_s からの走行距離が、前記しきい値 L_{kd2} に達していないときには、ステップS22に移行し、半自動操舵制御を行う。

【0048】

なお、前記走行距離のしきい値 L_{kd2} は、ステップS21における制御変更開始地点 Z_s 到達後の経過時間が前記所定時間 t_{11} 相当であるときの、走行距離 L_{kd1} ($=$ 所定時間 $t_{11} \times V_c$) よりも長い値に設定され、例えば、所定時間 $t_{12} \times V_c$ で算出される値に設定される。つまり、デッドレコニングによる自車位置に基づく自動操舵制御は

10

20

30

40

50

十分な制御精度を確保することは困難ではあるが、ドライバがステアリングホイールを握っていることから、自動操舵制御の制御精度は多少低下するが、自動操舵制御は継続可能として半自動操舵制御を行う。したがって、走行距離のしきい値 $L K d 2$ は、ドライバがステアリングホイールを握っている状態で、デッドレコニングによる自車両の現在位置に基づき自動操舵制御を継続することの可能な走行距離に設定される。

一方、制御変更開始地点 $Z s$ からの走行距離がしきい値 $L K d 2$ に達したときにはステップ $S 2 5$ に移行し、ドライバがステアリングホイールを握っていてもこれ以上の自動操舵制御は困難として、自動操舵制御処理を終了する。

【 0 0 4 9 】

次に、上記第 1 の実施の形態の動作を説明する。

今、自車両 M が $G P S$ 衛星からの電波を良好に受信可能な走行路を走行している場合には、自車両 M は、受信した $G P S$ 衛星からの電波に基づいて自車位置を検出する。そして、自車両の現在位置に基づいて、記憶ユニット 17 から自車両前方の道路地図情報を獲得する（ステップ $S 1$ 、 $S 2$ ）。道路地図情報から、自車両前方の所定領域には、 $G P S$ ロスト状態となるロスト区間が存在しないと判断される場合には（ステップ $S 3$ ）、ステップ $S 3 a$ からステップ $S 9$ に移行し、全自動操舵制御を行う。すなわち、 $G P S$ 測位により検出した自車両の現在位置が、道路地図情報から得られる基準経路に沿って走行するための、目標とする位置となり得る目標操舵角を算出し、この目標操舵角を実現するように操舵アクチュエータ 10 を駆動する。

【 0 0 5 0 】

これによって、自車両は、ドライバの操舵介入や外乱等の影響を受けることなく、且つ、ドライバの操舵介入を必要とすることなく、基準経路に沿って走行することになる。

この状態から、自車両前方の道路地図情報に基づいて、自車両の走行路前方にトンネル等が存在するため、 $G P S$ ロスト状態となるロスト区間が存在する場合には、ステップ $S 3$ の処理でロスト開始地点のノードが検出され、ロスト開始地点に到達するまでの距離が算出される（ステップ $S 4$ ）。さらに、道路地図情報からロスト区間の走行難易度が算出され（ステップ $S 5$ ）、これに応じて、操舵制御変更距離 $D a 2 L K$ が設定され（ステップ $S 6$ ）、操舵制御変更開始点 $Z s$ が設定される（ステップ $S 7$ ）。例えば、前記図 4 (a) から図 4 (d) に示すように、トンネル区間が長い場合等、ロスト区間の距離が長いときほど走行難易度は大きな値に設定され、また、ロスト区間の道路幅が狭いときほど走行難易度は大きな値に設定され、また、トンネルがカーブしておりその曲率が小さいときほど走行難易度は大きな値に設定され、ステアリングホイールの操舵速度が速いときすなわち急操舵しているときほど走行難易度は大きな値に設定される。

【 0 0 5 1 】

このとき、例えば、図 1 1 に示すように、自車両前方に比較的距離の短いトンネル $T u$ が存在し、且つ直進路を走行している場合には、走行難易度は比較的小さな値に設定される。逆に、図 1 2 に示すようにトンネル $T u$ が比較的距離の長いトンネルである場合には、走行難易度は比較的大きな値に設定される。

このため、図 1 1 のように、比較的距離の短いトンネル $T u$ の場合には、操舵制御変更距離 $D a 2 L K$ は比較的短い値に設定されることから、トンネル $T u$ の入口手前の、トンネル $T u$ に比較的近い地点が操舵制御変更開始点 $Z s$ として設定される。逆に、図 1 2 のように、比較的距離の長いトンネル $T u$ の場合には操舵制御変更距離 $D a 2 L K$ は比較的長い値に設定されることから、トンネル $T u$ の入口手前の、トンネル $T u$ から比較的遠い地点が操舵制御変更開始点 $Z s$ として設定される。

【 0 0 5 2 】

そして、この操舵制御変更開始点 $Z s$ に自車両が到達するまでの間は、ステップ $S 8$ からステップ $S 9$ を経てステップ $S 1$ に戻り、引き続き $G P S$ 測位により得た自車位置に基づいて自車両が基準経路に沿って走行するよう位置制御を重視した全自動操舵制御による自動操舵が行われる。

そして、自車両が操舵制御変更開始点 $Z s$ に到達すると、ステップ $S 8$ からステップ S

10

20

30

40

50

10に移行するが、GPSロスト状態でない間は、ステップS10からステップS12、ステップS21を経てステップS22に移行し、GPS測位により検出した自車両の現在位置に基づいて、ドライバとの協調性を重視した半自動操舵制御による自動操舵が行われ、その後、自車両が操舵制御変更開始点Zsに到達してから所定時間t11が経過するまでの間、つまり、図11に示す、操舵制御変更開始点Zsからの走行距離がLKd1となるまでの区間は、半自動操舵制御による自動操舵が行われることになる。

【0053】

したがって、ドライバが、自車両がトンネルに進入するため、GPSロスト状態となることを認識しステアリングホイールを握り操舵操作を行った場合には、ドライバの操舵操作を許容しつつ自動操舵による操舵が行われることになる。

10

そして、トンネルTuの長さが比較的短いことから、所定時間t11が経過する以前に自車両がトンネルTuを通過し終え、GPSロスト状態から復帰し、図11の地点ZrecでGPS測位により高精度に自車位置を検出可能な状態となると、ステップS10からステップS12を経てステップS9に移行し、全自動操舵制御を行う。したがって、地点Zrec以後、全自動操舵制御による自動操舵が再開されることになり、位置制御を重視した自動操舵制御が行われることになる。したがって、地点Zrecから、ドライバの操舵介入を必要としなくとも基準経路に沿って走行することが可能となる。

【0054】

このように、トンネルTuに進入するとGPSロスト状態となるが、GPSロスト状態である間は、デッドレコニングによる位置検出値に基づいて半自動操舵制御により自動操舵制御を行うことにより、自動操舵を継続しつつ、ドライバの操舵操作を許容するようにしている。したがって、図11に示すように短いトンネルを走行している場合等、一時的にGPSロスト状態となる場合には、半自動操舵制御によって自動操舵が継続されるから、一時的にGPSロスト状態となる毎に、手動操舵に切り換わることを回避することができ、ドライバに手動操舵を行う煩わしさ間を与えることを回避することができる。

20

【0055】

一方、図12に示すように、比較的長いトンネルTuに進入し、自車両が操舵制御変更開始点Zsに到達してから所定時間t11が経過するまでの間、つまり、図12に示すように操舵制御変更開始点Zsから所定時間t11相当の距離LKd1が経過するまでの間にGPSロスト状態から復帰しない場合には、所定時間t11が経過するまでの間は、ステップS21からステップS22に移行して、デッドレコニングにより半自動操舵制御が継続されるが、所定時間t11が経過するとステップS21からステップS23に移行する。そして、このとき、ドライバがトンネル通過によりGPSロスト状態であることを認識し、ステアリングホイールを握っておりドライバに手動操舵を行う意志があると予測されるときには、ステップS23からステップS24を経てステップS22に移行し、引き続き半自動操舵制御により自動操舵が行われ、操舵制御変更開始点Zsから所定距離LKd2が経過した地点Zd2で、ステップS25に移行し、自動操舵制御処理が終了し手動操舵に切り換わる。ここで、この切り換わり地点Zd2では、ドライバは、手動操舵への切り換わりを認識して、ステアリングホイールを握り、ある程度操舵を行っているか操舵を行う用意ができている状態にある。したがって、地点Zd2で自動操舵から手動操舵に切り換わったとしても、手動操舵を行うことに対してドライバは大きな負荷を感じることはない。よって、カーブ路等ドライバに操舵負荷がかかるような走行路を走行している状態で、自動操舵から手動操舵への切り換わったとしても、ドライバの操舵負荷が大きく増加することはない。

30

40

【0056】

また、このとき、操舵制御変更開始点Zsから所定時間t11が経過した時点以後は、デッドレコニングによる自車両の現在位置の検出精度が低下することになるが、前述のようにドライバがステアリングホイールを握っているときのみ、引き続き半自動操舵制御を行うようにしている。したがって、自車両の現在の位置の検出精度は低下するものの、その精度の低下をドライバの操舵操作により補うようにしているから、ドライバの操舵操

50

作により自動操舵の精度低下分を補いつつ、引き続き自動操舵を行うことができ、すなわち、自動操舵の継続時間をより延長させることができ、その分ドライバの操舵負荷を軽減することができる。

【 0 0 5 7 】

一方、自車両が操舵制御変更開始点 Z_s から所定時間 t_{11} が経過した時点でドライバがステアリングホイールを握っていない場合には、ステップ S_{23} からステップ S_{25} に移行し、減速或いは停車して自動操舵制御処理が終了する。

したがって、デッドレコニングによる自車両の現在位置の検出精度が低下した時点で、自動操舵が解除されるから、精度が低下した現在位置に基づいて自動操舵が継続されることを回避することができる。

10

【 0 0 5 8 】

また、このとき、図 11 に示すように、トンネルの長さが短い場合に比較してトンネルの長さが長い場合の方が、ロスト区間の距離が長いことから、トンネルの長さが長い場合の方が、走行難易度 $Diff$ はより大きな値に設定される。操舵制御変更距離 $Da2LK$ は、図 5 に示すように、走行難易度 $Diff$ が高いときほどより長い距離に設定され、操舵制御変更開始点 Z_s は、トンネル入口の地点よりも、より手前の地点に設定されることから、ロスト区間に進入する際に、走行難易度 $Diff$ が高いときほどより早い時点で半自動操舵制御が開始され、走行難易度 $Diff$ が低いときほどロスト区間により近づいた時点で半自動操舵制御が開始されることになる。

【 0 0 5 9 】

20

したがって、比較的ロスト区間が短い場合等、走行難易度 $Diff$ が低いときには、より遅い時点で半自動操舵制御を開始するから、ロスト区間進入後、より遅い時点まで、半自動操舵制御が継続されることになる。このため、短いトンネルを通過する場合等一時的に GPS ロスト状態となる場合に、ロスト区間走行中に、手動操舵に切り換わることを回避することができる、手動操舵への切り換えに伴ってドライバに煩わしさ感を与えることを回避することができる。

【 0 0 6 0 】

逆に比較的ロスト区間が長い場合等、走行難易度 $Diff$ が高いときには、より早い時点で半自動操舵制御を開始し、より早い時点でドライバに手動操舵への切り換えを促すから、長いトンネル等走行難易度の高い走行路通行中に、GPS 測位による自車検出位置よりも精度の低いデッドレコニングによる自車位置に基づき自動操舵が長い時間継続されることを回避すると共に、ロスト区間進入に先立って、より早い時点でドライバにステアリングホイールを握らせ、より早い段階から、ドライバに対して手動操舵を行うよう仕向けることによって、自動操舵が終了する以前に、より確実に手動操舵に対する準備を行わせることができ、安全性をより向上させることができる。

30

【 0 0 6 1 】

次に、本発明の第 2 の実施の形態を説明する。

この第 2 の実施の形態は上記第 1 の実施の形態において、コントローラ 20 で実行される自動操舵制御処理の処理手順が異なること以外は同様であるので、同一部には同一符号を付与しその詳細な説明は省略する。

40

図 13 は、第 2 の実施の形態において実行される自動操舵制御処理の処理手順の一例である。

【 0 0 6 2 】

この第 2 の実施の形態における自動操舵制御処理において、ステップ S_{11} からステップ S_{12} の処理は上記第 1 の実施の形態における図 2 に示す自動操舵制御処理と同様である。

この第 2 の実施の形態では、図 13 に示すように、ステップ S_{11} でデッドレコニングによる位置検出を行ったとき、又は、ステップ S_{12} で GPS ロスト状態からの復帰ではないと判断されるときには、ステップ S_{41} に移行し、操舵補正積算量 Er の算出を行う。

50

【 0 0 6 3 】

具体的には、デッドレコニングにより推定した自車両の現在位置の蓄積誤差を推定する。この蓄積誤差は、追従誤差を補正するためのフィードバック制御量の積算量が大きければ大きいときほど、実際の自車両の現在位置と推定した自車両の位置との差を表す推定蓄積誤差は大きくなるとみなして算出する。

まず、後述のステップ S 4 4 で、前記図 2 のステップ S 9 の処理と同様に実行される全自動操舵制御において算出される目標操舵トルク T を、GPS ロスト状態となって以後、デッドレコニングによる位置検出が開始された時点から積算し、目標操舵トルク T の積算値 T を算出する。

【 0 0 6 4 】

そして、このようにして算出した目標操舵トルク T の積算値 T に予め設定したゲイン K を乗算し、これを操舵補正積算量 E_r とする。なお、前記ゲイン K は、例えば実験等によって算出される。

このようにして、操舵補正積算量 E_r を算出したならば、ステップ S 4 2 に移行し、前記操舵補正積算量 E_r の大きさに応じて、前記ステップ S 5 で算出した走行難易度 $Diff$ を補正する。具体的には、操舵補正積算量 E_r に応じて前記走行難易度 $Diff$ がより大きくなるように補正し、且つ、操舵補正積算量 E_r が大きいときほど走行難易度 $Diff$ がより高くなるように補正する。さらに、補正した走行難易度 $Diff$ に基づいて、前記ステップ S 6 及びステップ S 7 の処理と同様の手順で、操舵制御変更距離 $Da2LK$ を算出し、さらに、操舵制御変更開始点 Z_s を新たに設定する。

【 0 0 6 5 】

そして、ステップ S 4 3 に移行し、この補正した走行難易度 $Diff$ に基づく操舵制御変更開始点 Z_s に自車両が到達した時点から所定時間 t_{11} が経過したかを判断する。具体的には、例えば、現在の車速 V_c 或いは、現時点以前の所定期間における車速 V_c の平均値等の車速の代表値を設定し、この車速の代表値と所定時間 t_{11} とを乗算して、所定時間 t_{11} に自車両が進んだ距離を算出し、この距離だけ、新たに設定した操舵制御変更開始点 Z_s から進んだ地点を特定する。そして、この地点に自車両が到達したかどうかを判断する。

そして、自車両が、補正後の操舵制御変更開始点 Z_s から、所定時間 t_{11} 相当距離だけ進んだ位置に到達していない場合には、ステップ S 4 4 に移行し、前記ステップ S 2 2 の処理と同様に半自動操舵制御を行う。

【 0 0 6 6 】

一方、自車両が、所定時間 t_{11} 相当距離だけ進んだ位置に到達した場合にはステップ S 4 5 に移行し、前記図 2 のステップ S 2 3 の処理と同様の手順で、ドライバがステアリングホイールを握っているかどうかを判断する。そして、ステアリングホイールを握っていない場合にはステップ S 4 7 に移行して、自動操舵を終了するが、ステアリングホイールを握っている場合には、ステップ S 4 6 に移行する。そして、このステップ S 4 6 では、前記ステップ S 4 2 で補正した操舵制御変更開始点 Z_s からの走行距離が、所定距離 $Lkd2$ に達したかどうかを判断し、所定距離 $Lkd2$ に達していなければステップ S 4 4 に移行し引き続き半自動操舵制御を行い、所定距離 $Lkd2$ に達している場合には、ステップ S 4 7 に移行し、自動操舵制御処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

次に、上記第 2 の実施の形態の動作を説明する。

今、図 1 4 に示すように、自車両は直進路を走行しており、その前方にトンネル Tu が存在しているものとする。

自車両では、上記第 1 の実施の形態と同様に、道路地図情報に基づいて自車両前方にロスト区間の存在を検出していないときには、ステップ S 3 a からステップ S 9 に移行し、全自動操舵制御を行い、ドライバの操舵介入等によるステアリング機構への操舵入力の影響を除去し、自車両の現在位置が目標とする位置となるように自動操舵制御を行い、自車両のドライバの操舵介入を受けなくとも基準経路に沿って走行する全自動操舵状態となる

10

20

30

40

50

【0068】

この状態から、自車両前方にロスト区間の存在を検出すると、ロスト区間の走行難易度 $Diff$ を算出し（ステップ S5）、これに基づいて操舵制御変更開始点 Z_s を設定し（ステップ S6、S7）、自車両が操舵制御変更開始点 Z_s に到達していないときには、ステップ S9 に移行して引き続き全自動操舵制御を実行するが、自車両が制御変更開始地点 Z_s に到達したならばステップ S8 からステップ S10、S12 を経てステップ S41 に移行する。そして、GPS ロスト状態でない間は、操舵補正積算値 E_r の算出は行われなから、前記ステップ S5 で設定された、ロスト区間の道路情報に応じた走行難易度 $Diff$ に基づいて設定した操舵制御変更開始点 Z_s を基準とした半自動操舵制御が行われるが、GPS ロスト状態となり、デッドレコニングによる自車両の現在位置に基づく半自動操舵制御が行われる状態となると、デッドレコニングによる自車両の現在位置に基づく半自動操舵制御における目標操舵トルク T の積算値 T の算出が開始される。

10

【0069】

そして、この積算値 T に基づき操舵補正積算値 E_r を算出し、これに応じて走行難易度 $Diff$ を補正し、補正した走行難易度 $Diff$ に応じて、再度、操舵制御変更開始点 Z_s を算出する（ステップ S42）。そして、補正した操舵制御変更開始点 Z_s を基準として、自車両が操舵制御変更開始点 Z_s に到達してから、所定時間 t_{11} が経過したかどうか判断される。

【0070】

ここで、デッドレコニングでは、自車両の車速やヨーレート、横加速度等に基づいて自車両の現在位置を算出するようにしているため、例えば、デッドレコニング中に、わだちや路面くぼみを通じた場合等、走行路の状態によっては、デッドレコニングによる自車両の推定位置と、実際の現在位置との差が大きくなる可能性があり、自車両の現在位置の検出精度が低下する可能性がある。特に、ロスト区間距離が長い場合には、検出精度が低下した現在位置に基づいて自動操舵が行われることになり、自動操舵の制御精度が低下する可能性がある。

20

【0071】

しかしながら、半自動操舵制御における目標操舵トルク T の積算値である操舵補正積算値 E_r に応じて走行難易度 $Diff$ を補正し、目標とする自車両の走行位置とデッドレコニングによる自車両の現在位置との差が大きいと予測されるときほど、走行難易度 $Diff$ がより高くなるように補正し、操舵制御変更開始点 Z_s が、ロスト区間よりも手前の、ロスト区間からより遠い地点にあると仮定し、この前倒しにした操舵制御変更開始点 Z_s を基準として、半自動操舵制御の終了タイミングを決定することで、半自動操舵制御の終了地点が、より前倒しの地点となるように補正している。

30

【0072】

したがって、わだち等による実際の路面状況等の影響によって、自車両の現在位置の推定精度が低下した場合には、道路情報に応じて設定した走行難易度 $Diff$ に基づく半自動操舵制御の終了地点（ Z_{d1} 、 Z_{d2} ）よりも、より手前の地点 Z_{d1} 、 Z_{d2} で自動操舵制御が終了されるから、推定精度が低下した自車両の現在位置に基づいて、自動操舵が継続されることを回避することができ、安全性をより向上させることができる。

40

【0073】

また、このとき、半自動操舵制御における目標操舵トルク T の積算値である操舵補正積算値 E_r に応じて、走行難易度 $Diff$ を補正するようにし、実際の制御量つまり実際の誤差量に基づいて走行難易度 $Diff$ を補正しているから、わだち等による影響に相当する距離だけ、半自動操舵制御の終了時点を前倒しにすることができ、半自動操舵制御の終了タイミングを的確な位置に変更することができる。

【0074】

なお、上記第2の実施の形態においては、操舵制御変更開始点 Z_s を補正することで、半自動操舵制御の終了タイミングを早めるようにした場合について説明したが、これに限

50

るものではない。

例えば、前記半自動操舵制御の終了タイミングを規定する所定時間 t_{11} 及び所定距離 L_{kd2} を、補正した走行難易度 $Diff$ に応じて短縮することで終了タイミングを早めるようにしてもよい。

【0075】

この場合には、例えば、前記所定時間 t_{11} と、所定距離 L_{kd2} を規定する所定時間 t_{12} とに、図15の制御マップに示すように、走行難易度が高いときほど、小さな値となる修正係数を乗算して、これら所定時間 t_{11} 、 t_{12} を補正し、図13のステップ S_{43} 、ステップ S_{46} の処理で、補正した所定時間 t_{11} 及び補正した t_{12} に応じて設定される所定距離 L_{kd2} に基づいて、半自動操舵制御を終了するかどうかを判断するようにすればよい。

10

【0076】

また、上記第2の実施の形態では、目標操舵トルク T の積算値から、操舵補正積算値 E_r を算出する場合について説明したが、これに限るものではなく、例えば、目標操舵角 c と現在の操舵角 now との差の積算値等、デッドレコニングによる自車両の現在位置の推定誤差に相当する値を算出するようにしてもよい。

また、上記第2の実施の形態では、操舵補正積算値 E_r の大きさに関わらず走行制御変更開始点 Z_s を補正するようにした場合について説明したが、例えば、操舵補正積算値 E_r がしきい値よりも大きくなり、ある程度の推定誤差が生じたと判断される状態となったときに、走行制御変更開始点 Z_s を補正するようにしてもよい。

20

【0077】

また、上記各実施の形態においては、ロスト区間の位置情報を、道路地図情報から獲得する場合について説明したがこれに限るものではなく、例えば、他車両との間で車々間通信を行うための車々間通信装置や、走行路側に配置されたインフラ設備との間で路車間通信を行うための路車間通信装置を搭載し、車々間通信や路車間通信により他車両或いは走行路側からロスト区間の位置情報を獲得するようにしてもよい。

【0078】

また、上記各実施の形態においては、ロスト区間として、トンネルの位置を検出するようにした場合について説明したが、トンネルに限るものではなく、例えば、地形的な問題でGPS衛星から電波を受信することのできないような区間等、GPS衛星からの電波を受信することが困難である地点を、ロスト区間として設定すればよい。

30

また、上記各実施の形態においては、GPSロスト状態となった後、デッドレコニングにより自車両の現在位置を推定し、推定した自車両の現在位置に基づいて半自動操舵制御を所定期間継続するようにした場合について説明したが、デッドレコニングを行わず、GPSロスト状態となった時点で自動操舵を終了するようにした場合であっても適用することができる。

【0079】

なお、上記第1の実施の形態において、GPS16が自車位置検出手段に対応し、図2のステップ S_1 の処理で、GPS16で検出した自車位置に基づき記憶ユニット17から自車両前方の道路地図情報を獲得する処理が基準経路検出手段及びロスト情報獲得手段に対応し、ステップ S_3 の処理がロスト区間検出手段に対応し、ステップ S_5 の処理が走行難易度検出手段に対応し、ステップ S_{11} の処理が自車位置推定手段に対応している。また、図2のステップ S_9 及びステップ S_{22} の処理が操舵制御手段に対応し、ステップ S_9 の処理が全自動操舵制御手段に対応し、ステップ S_{22} の処理が半自動操舵制御手段に対応している。また、図2のステップ S_4 からステップ S_8 、ステップ S_{10} からステップ S_{21} 、ステップ S_{23} からステップ S_{25} の処理が操舵制御切替手段に対応し、ステップ S_{23} の処理が保舵状態検出手段に対応している。

40

【0080】

また、第2の実施の形態において、GPS16が自車位置検出手段に対応し、図13のステップ S_1 の処理で、GPS16で検出した自車位置に基づき記憶ユニット17から自

50

車両前方の道路地図情報を獲得する処理が基準経路検出手段及びロスト情報獲得手段に対応し、ステップS 3の処理がロスト区間検出手段に対応し、ステップS 5の処理が走行難易度検出手段に対応し、ステップS 11の処理が自車位置推定手段に対応している。また、図13のステップS 9及びステップS 44の処理が操舵制御手段に対応し、ステップS 9の処理が全自動操舵制御手段に対応し、ステップS 44の処理が半自動操舵制御手段に対応している。また、図13のステップS 4からステップS 8、ステップS 10からステップS 43、ステップS 45からステップS 47の処理が操舵制御切換手段に対応し、ステップS 45の処理が保舵状態検出手段に対応し、ステップS 41の処理が蓄積誤差検出手段に対応し、ステップS 43の処理が終了タイミング調整手段に対応している。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明における自動操舵制御装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】図1のコントローラで実行される自動操舵制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図3】道路地図情報の構成を示す説明図である。

【図4】走行難易度を設定するためのマップである。

【図5】走行難易度Diffと操舵制御変更距離Da2LKとの対応を表すマップである。

。

【図6】図2のステップS 9の全自動操舵制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図7】前方注視点距離を設定するためのマップである。

【図8】第2の前方注視点P2における道路曲率半径の算出方法を説明する図である

【図9】第1の前方注視点P1における横偏差Yeの算出方法を説明するための説明図である。

【図10】図2のステップS 22の半自動操舵制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図11】本発明の第1の実施の形態の動作説明に供する説明図である。

【図12】本発明の第1の実施の形態の動作説明に供する説明図である。

【図13】第2の実施の形態における自動操舵制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図14】第2の実施の形態の動作説明に供する説明図である。

【図15】走行難易度Diffと修正係数との対応を表すマップである。

【符号の説明】

【0082】

- 1 FL ~ 1 RR 左前輪 ~ 右後輪
- 2 エンジン
- 3 自動変速機
- 5 最終減速装置
- 8 ステアリングシャフト
- 9 ステアリングホイール
- 10 操舵アクチュエータ
- 11 FL ~ 11 RR 車輪速センサ
- 12 前後加速度センサ
- 13 横加速度センサ
- 14 ヨーレートセンサ
- 15 操舵角センサ
- 16 GPS
- 17 記憶ユニット
- 20 コントローラ

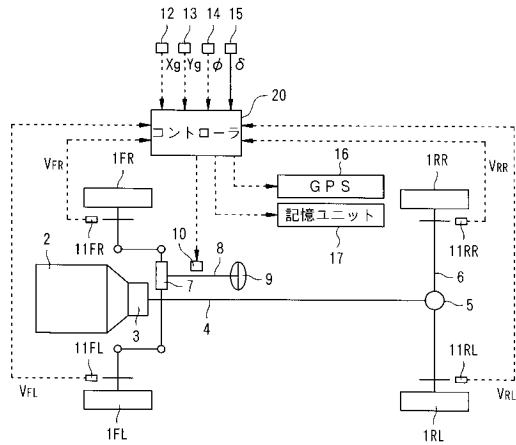
10

20

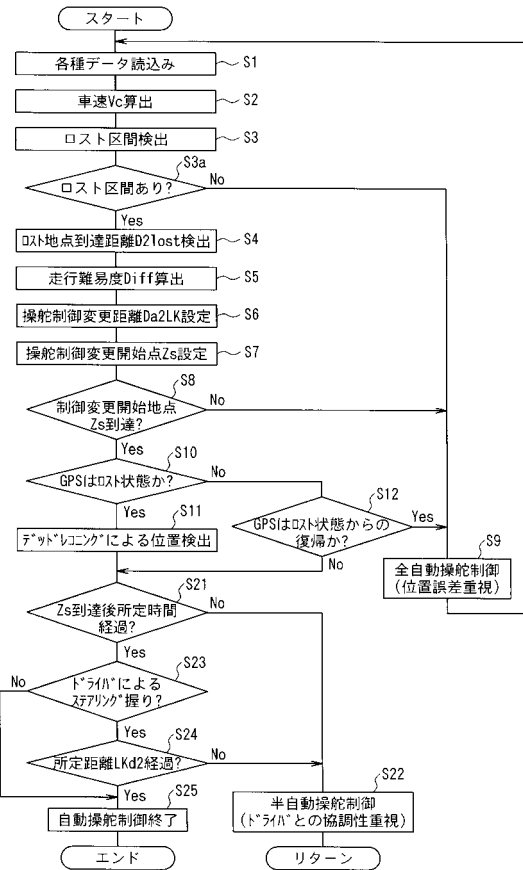
30

40

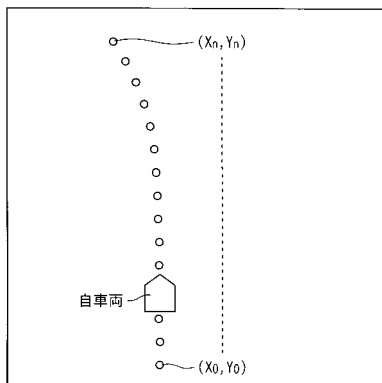
【図1】



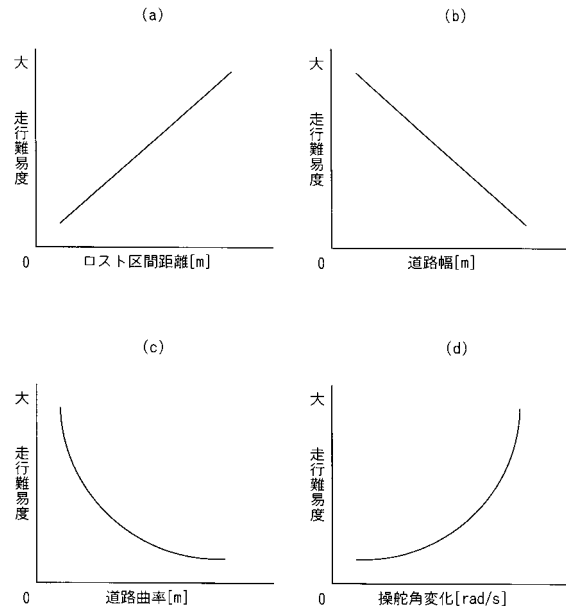
【図2】



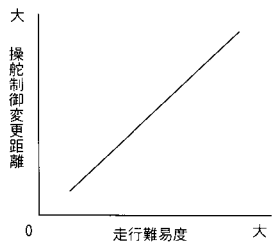
【図3】



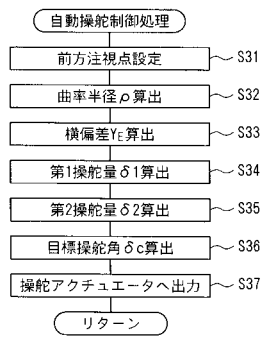
【図4】



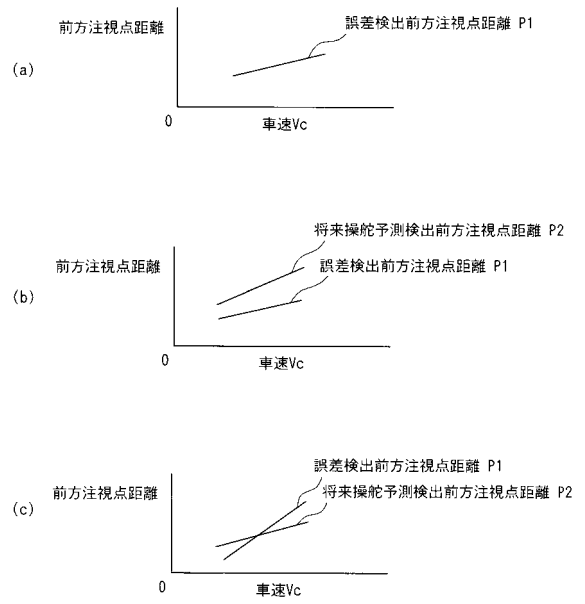
【図5】



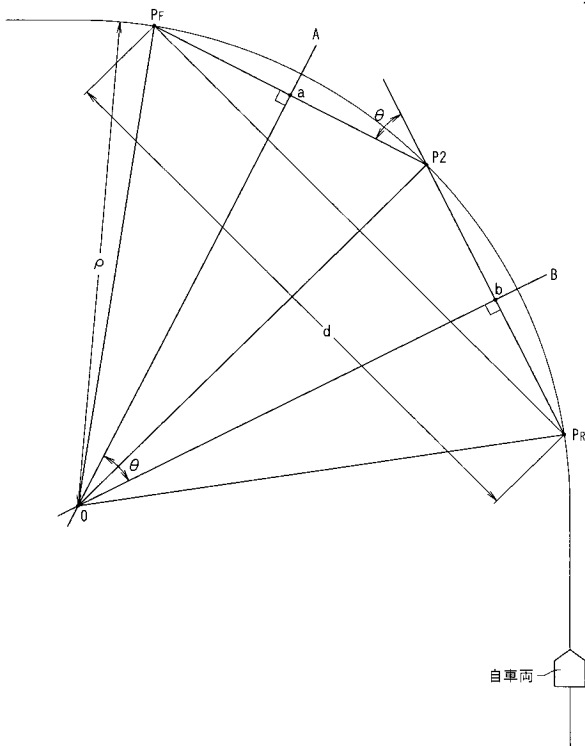
【図6】



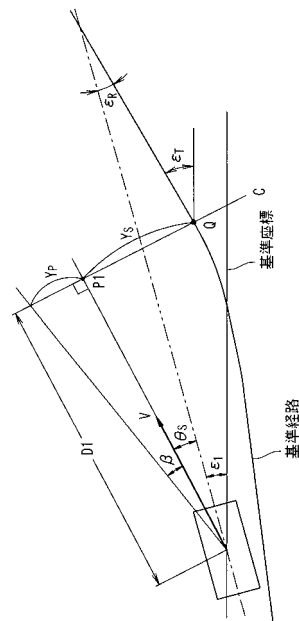
【図7】



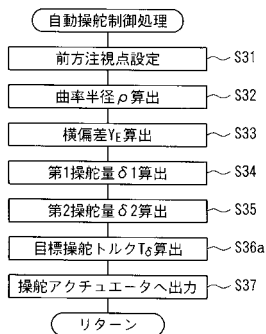
【図8】



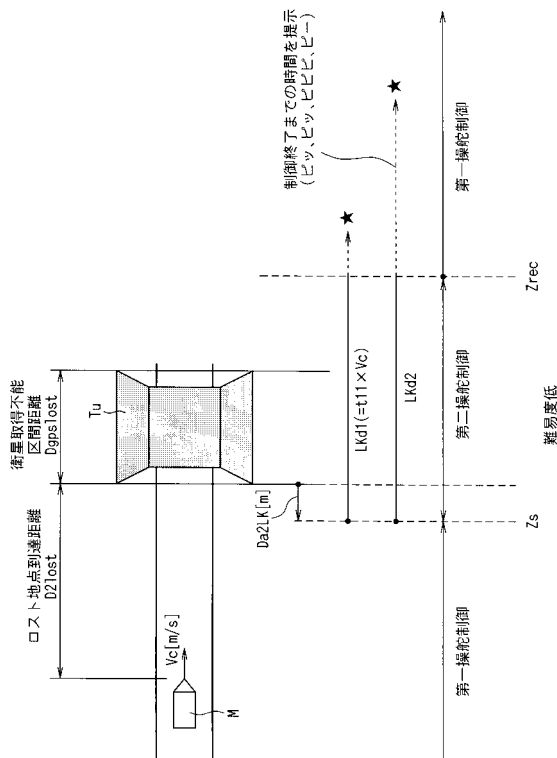
【図9】



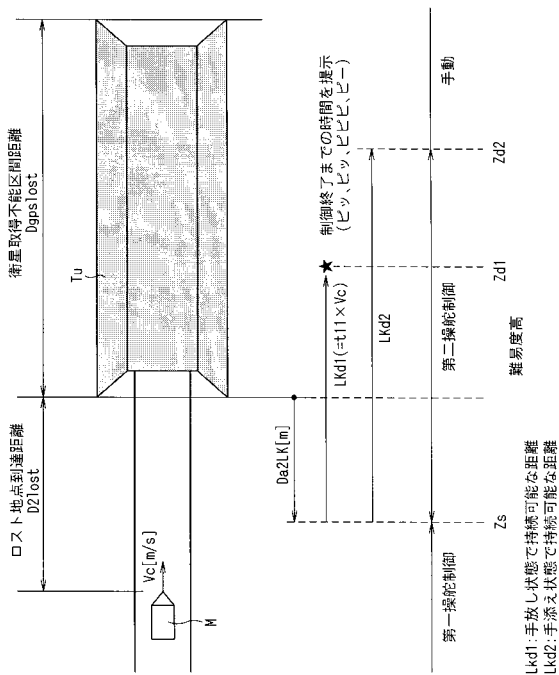
【図10】



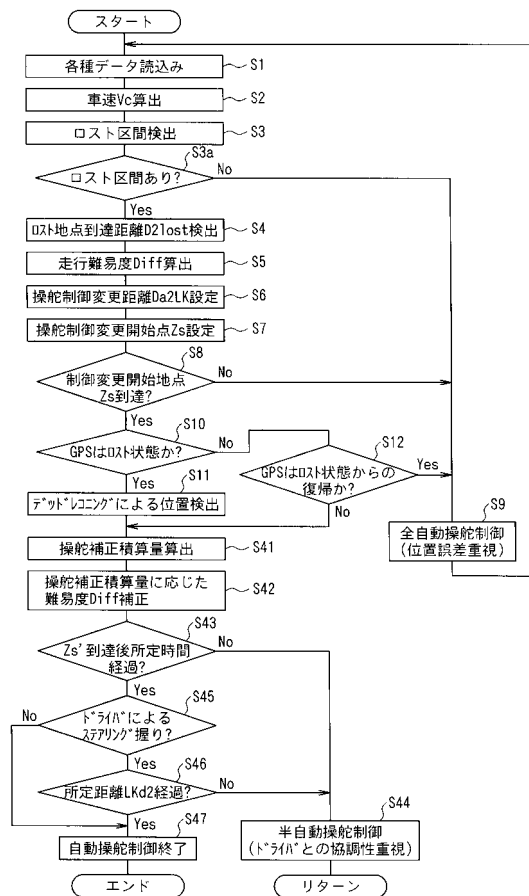
【図11】



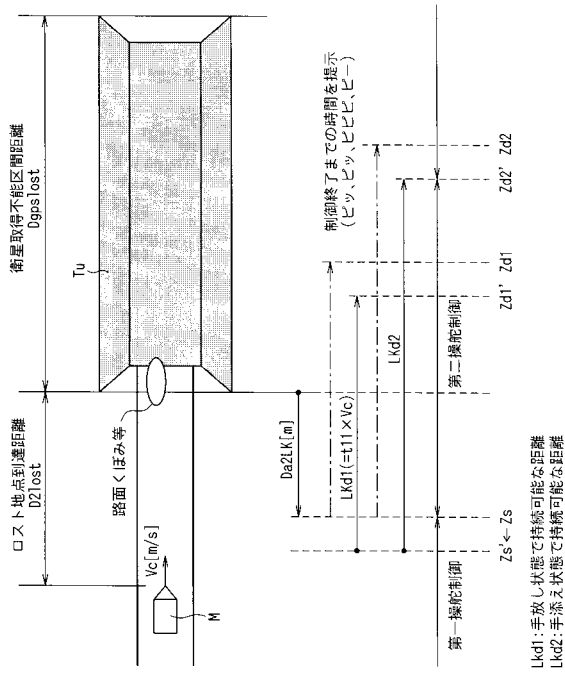
【図12】



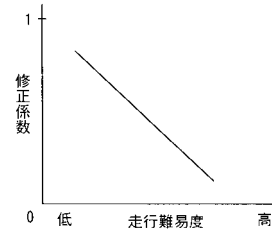
【図13】



【 図 14 】



【 図 15 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(56)参考文献 特開平 1 0 - 3 0 9 9 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 5 6 0 3 8 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 0 9 9 6 0 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 2 2 9 2 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 9 7 2 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 3 2 2 9 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 6 2 D 6 / 0 0 - 6 / 1 0
B 6 2 D 5 / 0 0 - 5 / 3 2